



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 15 291 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 02 B 37/013**  
F 02 B 37/18  
F 02 B 75/22  
F 02 B 29/04

⑳ Aktenzeichen: 100 15 291.0  
㉔ Anmeldetag: 28. 3. 2000  
㉓ Offenlegungstag: 4. 10. 2001

DE 100 15 291 A 1

⑦① Anmelder:  
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Kremer, Adolf, Dipl.Ing., 71686 Remseck, DE;  
Nerlich, Matthias, Dipl. Ing., 70376 Stuttgart, DE;  
Schorn, Helmut, Dipl.Ing., 73732 Esslingen, DE;  
Steinkämper, Reinhard, Dipl.Ing., 71364  
Winnenden, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Mehrzylindrige Hubkolbenbrennkraftmaschine

⑤⑦ Die Erfindung betrifft eine mehrzylindrige Hubkolbenbrennkraftmaschine mit v-förmig angeordneten Zylinderreihen und zwei Abgasturboladern, deren Abgasturbinen über Abgaskrümmern mit den Auslassseiten und deren Radialverdichter über Ladeluftverteilerleitungen mit den Einlassseiten der Zylinderreihen verbunden sind.  
Es wird vorgeschlagen, dass die Abgaskrümmern auf den einander zugewandten Seiten der Zylinderreihen liegen, die Abgasturbolader eine unterschiedliche Größe aufweisen und im wesentlichen in dem von den Zylinderreihen gebildeten V-Raum untergebracht sind. Dadurch ergibt sich eine günstige Anordnung von zwei Abgasturboladern, die nach Bedarf in Reihe oder parallel betrieben werden können, um das Ansprechverhalten zu verbessern und eine große Leistung bei gutem Wirkungsgrad zu erzielen.

DE 100 15 291 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine mehrzylindrige Hubkolbenbrennkraftmaschine nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Bei der Auslegung von Hubkolbenbrennkraftmaschinen mit Abgasturboladern entsteht ein Zielkonflikt zwischen einer maximal erreichbaren Leistung mit einem guten Wirkungsgrad und einem schnellen Drehmomentaufbau im instationären Betrieb der Hubkolbenbrennkraftmaschine, insbesondere bei niedrigen Drehzahlen. Für die maximale Leistung sind große Abgasturbolader mit einer hohen Stopfgrenze erforderlich, die jedoch den Nachteil einer großen Massenträgheit aufweisen und somit nur verzögert ansprechen. Eine kleine Abgasturbine gewährleistet dagegen wegen der kleinen, trägheitsarmen Laufräder ein schnelles Ansprechen des Abgasturboladers, sie weist jedoch den Nachteil auf, dass die maximal mögliche Leistung nicht erreicht wird.

[0003] Aus der DE 195 47 994 A1 ist eine Hubkolbenbrennkraftmaschine der V-Bauart mit zwei parallel wirkenden Abgasturboladern bekannt. Jedem Abgasstrang, der auf der Außenseite der Zylinderreihen angeordnet ist, ist eine Abgasturbine zugeordnet, die gleich groß sind und jeweils einen Verdichter antreiben. Von diesen führt jeweils eine Zuströmleitung zu jeweils einem Ladeluftkühler, von welchem aus jeweils eine Rückleitung zur Sauganlage der Hubkolbenbrennkraftmaschine führt. Um auf einfache Weise jeweils einen schaltbaren Bypass zu den Ladeluftkühlern zu schaffen, ist jeweils die Zuströmleitung des einen Ladeluftkühlers mit der Rückleitung des anderen Ladeluftkühlers verbindbar. Dies erfolgt bevorzugt über einen so genannten Abzweig, in dem eine schaltbare Bypassklappe vorgesehen ist. Abgesehen davon, dass der oben genannte Zielkonflikt hierdurch nicht gelöst wird, erfordert die Anordnung der zwei parallel wirkenden Abgasturbolader einen erheblichen Bauraum.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine aufgeladene Hubkolbenbrennkraftmaschine bezüglich des Ansprechverhaltens, des Wirkungsgrads und der Raumausnutzung zu verbessern. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0005] Nach der Erfindung sind die Abgaskrümmern der Hubkolbenbrennkraftmaschine auf den einander zugewandten Seiten der Zylinderreihen angeordnet. Die Abgasturbolader, die eine unterschiedliche Größe aufweisen, sind im wesentlichen in dem von den Zylinderreihen gebildeten V-Raum untergebracht. Im Gegensatz zu der üblichen Anordnung der Abgaskrümmern auf den außen liegenden Seiten der Zylinderreihen erreicht man durch die erfindungsgemäße Anordnung den Vorteil, dass die Abgasturbolader den zur Verfügung stehenden Bauraum optimal nutzen, und dass sich sehr kurze Verbindungsleitungen von den Abgaskrümmern zu den Abgasturbinen der Abgasturbolader ergeben. Das Ansprechverhalten der Abgasturbinen wird schon allein durch diese Maßnahme beschleunigt. Hinzu kommt, dass die Abgasturbinen eine unterschiedliche Größe aufweisen, wobei sie in Serie oder parallel geschaltet werden können. Bei einer Serienschaltung dient die größere Turbine mit dem größeren Radialverdichter als Niederdruckstufe, während die kleinere Abgasturbine mit dem kleineren Radialverdichter als Hochdruckstufe dient. Die Serienschaltung wird bei niedrigen Drehzahlen der Hubkolbenbrennkraftmaschine angewendet, bei der die Abgase zunächst die kleinere Abgasturbine passieren und dann in die größere Abgasturbine geleitet werden, wo die Restenergie der Abgase der größeren

Abgasturbine eine Grunddrehzahl verleiht. Auf Grund der geringen Massenträgheit der kleineren Abgasturbine und des mit ihr verbundenen kleineren Radialverdichters spricht der kleinere Abgasturbolader sehr schnell an. Der kleinere Radialverdichter saugt dabei durch den größeren Radialverdichter Frischluft an, wobei auf Grund der Grunddrehzahl des großen Verdichters die ansaugseitigen Druckverluste gemindert werden, ohne dass jedoch eine nennenswerte Vorverdichtung stattfindet.

[0006] Bei hohen Drehzahlen der Hubkolbenbrennkraftmaschine und/oder Vollast werden die Abgasturbolader parallel geschaltet. Die Abgase werden auf Grund des zunehmenden Widerstands der kleineren Abgasturbine zum großen Teil der größeren Abgasturbine direkt über eine Bypassleitung zugeführt, die somit den oberen Leistungsbereich der Hubkolbenbrennkraftmaschine abdeckt. Der größere Radialverdichter stellt jetzt weit gehend allein den Ladedruck zur Verfügung. Da für die hohen Durchsätze der kleinere Radialverdichter als Drossel wirken würde, wird der Großteil der Ladeluft durch einen Bypass am kleinen Verdichter vorbeigeleitet. Somit kann die Hubkolbenbrennkraftmaschine in allen Betriebsbereichen mit einem sehr guten Ansprechverhalten und gutem Wirkungsgrad betrieben werden.

[0007] Zweckmäßigerweise besitzen die beiden Abgasturbinen ein gemeinsames Turbinengehäuse, in dem die Verbindungsleitung zu den Abgaskrümmern und/oder die Bypassleitungen als Kanäle integriert sind. Dadurch erreicht man neben einem sehr geringen Platzbedarf sehr kurze Strömungswege, die das Ansprechverhalten weiter begünstigen, und den Wirkungsgrad verbessern.

[0008] Stromabwärts des kleineren Radialverdichters kann hinter der Einmündung der Bypassleitung eine Drosselklappe in der Ladeluft vorgesehen werden, um die Luftmenge bei quantitativ geregelten Hubkolbenbrennkraftmaschinen zu regeln. Weiter stromabwärts wird zweckmäßigerweise ein Ladeluftkühler angeordnet, an den sich für jede Zylinderreihe eine Ladeluftverteilerleitung anschließt. Der Ladeluftkühler, der zur Verbesserung der Füllung der Zylinder die Ladeluft kühlt, die sich bei der Verdichtung erwärmt hat, dient gleichzeitig als Verzweigung der Ladeluftführung auf die beiden Zylinderreihen. Er wird zweckmäßigerweise stirnseitig zu den Zylinderreihen angeordnet und überbrückt damit die Distanz zwischen den im V-Raum liegenden Radialverdichtern und den auf den Außenseiten der Zylinderreihen liegenden Ladeluftverteilerleitungen.

[0009] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0010] Es zeigt:

[0011] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Hubkolbenbrennkraftmaschine mit zwei Abgasturboladern unterschiedlicher Größe und

[0012] Fig. 2 eine Draufsicht auf eine Hubkolbenbrennkraftmaschine nach Fig. 1.

[0013] Die dargestellte Hubkolbenbrennkraftmaschine 1 besitzt zwei in V-Form angeordnete Zylinderreihen 2 und 3, deren Zylinder mit 4 bezeichnet sind. An den Zylindern 4 ist an den einander zugewandten Seiten der Zylinderreihen 1, 2 über Abgaskrümmern 5 und 6 sowie einer Abgasleitung 9 eine kleinere Abgasturbine 20 angeschlossen, die einen kleineren Radialverdichter 13 antreibt. Von der Abgasleitung 9 zweigt eine Bypassleitung 22 ab, die von einer Abgasklappe 23 gesteuert wird, und in eine Verbindungsleitung 29 zwi-

schen dem Auslass der kleineren Abgasturbine 20 und einem Einlass einer größeren Abgasturbine 21 mündet. Die größere Abgasturbine 21 treibt einen größeren Radialverdichter 14 an, so dass die kleinere Abgasturbine 20 mit dem kleineren Radialverdichter 13 einen kleineren Abgasturbolader und die größere Abgasturbine 21 mit dem größeren Radialverdichter 14 einen größeren Abgasturbolader bilden. [0014] Vor dem größeren Abgasturbolader zweigt eine Bypassleitung 24 ab, in der ein Wastegate 25 angeordnet ist. Dadurch kann im Bedarfsfall die größere Abgasturbine 21 umgangen werden und das Abgas unmittelbar einem Katalysator 26 zugeführt werden. [0015] Im niedrigen Drehzahlbereich der Hubkolbenbrennkraftmaschine 1 sind die Abgasklappe 23 und das Wastegate 25 geschlossen. Der gesamte Abgasstrom der Zylinderreihen 2 und 3 wird über die Abgasleitung 9 der kleineren Abgasturbine 20 zugeführt, die auf Grund ihrer kleinen Massenträgheit sehr schnell reagiert und den kleineren Radialverdichter 13 mit einer hohen Drehzahl antreibt. Dieser saugt über die Verbindungsleitung 17, den größeren Radialverdichter 14, Ansaugleitungen 27 und 28 sowie daran angeschlossene Luftfilter 18, 19 Luft an und fördert sie gegebenenfalls über eine Drosselklappe 12, eine Ladeluftleitung 10 und einen Ladeluftkühler 11 in Ladeluftverteilerleitungen 7, 8, die den jeweiligen Zylinderreihen 2 und 3 zugeordnet sind und auf der Außenseite der Zylinderreihen 2, 3 verlaufen. Die Luftfilter 18, 19 liegen zweckmäßigerweise oberhalb der Zylinderreihen 2, 3. Zur Regelung des kleineren Radialverdichters 13 ist eine Bypassleitung 15 mit einem Bypassventil 16 vorgesehen. Die Bypassleitung 15 verbindet den Einlass des kleineren Radialverdichters 13 mit der Ladeluftleitung 10 und mündet stromaufwärts der Drosselklappe 12 in die Ladeluftleitung 10. [0016] Das Abgas, das die kleinere Abgasturbine 20 passiert hat, strömt über die Verbindungsleitung 29 in die größere Abgasturbine 21, wo die Restenergie des Abgases das Laufrad der größeren Abgasturbine 21 mit einer Grunddrehzahl antreibt. Die Grunddrehzahl der größeren Abgasturbine 21, die auf das Laufrad des größeren Radialverdichters 14 übertragen wird, bewirkt, dass die Strömungsverluste im Ansaugstrang der Hubkolbenbrennkraftmaschine 1 reduziert werden, ohne dass dabei der Ladeluftdruck nennenswert erhöht wird. [0017] Mit zunehmender Drehzahl der Hubkolbenbrennkraftmaschine 1 wird die Abgasklappe 23 geöffnet, so dass vermehrt die größere Abgasturbine 21 parallel zur kleineren Abgasturbine 20 betrieben wird, zumal der Widerstand der kleineren Abgasturbine 20 mit dem zunehmenden Abgasstrom größer wird. Entsprechend nimmt das Fördervolumen und der Förderdruck des größeren Radialverdichters 14 zu, so dass das Bypassventil 16 vermehrt geöffnet wird und Ladeluft über die Bypassleitung 15 in die Ladeluftleitung 10 gelangt. Somit ist gewährleistet, dass bei niedrigeren Drehzahlen und/oder geringerer Last ein sehr gutes Ansprechverhalten erzielt wird und trotzdem eine große maximale Leistung bei einem guten Wirkungsgrad erreicht wird. [0018] Wie die Fig. 2 zeigt, ergibt sich durch die erfindungsgemäße Anordnung ein sehr kompakter Aufbau, insbesondere da die Abgasturbinen 20 und 21 in einem gemeinsamen Turbinengehäuse zwischen den Radialverdichtern 13, 14 untergebracht sind. Das Turbinengehäuse enthält gleichzeitig eine Bypassleitung 22 und eine Verbindungsleitung 29 in Form von Kanälen. Eine Abgasleitung 9, die die Abgaskrümmen 5 und 6 miteinander verbindet verläuft unterhalb der Abgasturbinen 20 und 21. Stirnseitig zu den Zylinderreihen 2, 3 ist der Ladeluftkühler 11 angeordnet. Er überbrückt zum großen Teil die Distanz zwischen den im V-Raum angeordneten Radialverdichtern 13, 14 und den Lade-

luftverteilerleitungen 7, 8.

#### Patentansprüche

1. Mehrzylindrige Hubkolbenbrennkraftmaschine mit v-förmig angeordneten Zylinderreihen und zwei Abgasturboladern, deren Abgasturbinen über Abgaskrümmen mit den Auslassseiten und deren Radialverdichter über Ladeluftverteilerleitungen mit den Einlassseiten der Zylinderreihen verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abgaskrümmen (5, 6) auf den einander zugewandten Seiten der Zylinderreihen (2, 3) liegen, die Abgasturbolader (13, 14, 20, 21) eine unterschiedliche Größe aufweisen und im wesentlichen in dem von den Zylinderreihen (2, 3) gebildeten V-Raum untergebracht sind.
2. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Abgasturbinen (20, 21) in Längsrichtung der Hubkolbenbrennkraftmaschine (1) gesehen zwischen den Radialverdichtern (13, 14) angeordnet sind.
3. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Abgaskrümmen (5, 6) durch ein gemeinsames Abgasrohr (9) verbunden sind, von dem aus die Abgasturbinen (20, 21) in Serie oder mittels einer Bypassleitung (22) mit einer Abgasklappe (23) parallel betrieben werden können.
4. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Auslass der kleineren Abgasturbine (20) über eine Verbindungsleitung (29) mit dem Einlass der größeren Abgasturbine (21) verbunden ist und die Bypassleitung (22) in die Verbindungsleitung (29) mündet.
5. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die größere Abgasturbine (21) über eine weitere Bypassleitung (24) mit einem Wastegate (25) überbrückbar ist.
6. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Abgasturbinen (20, 21) ein gemeinsames Turbinengehäuse haben, in dem die Verbindungsleitung (9) und/oder die Bypassleitungen (22, 24) als Kanäle integriert sind.
7. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich an die größere Abgasturbine (21) ein Katalysator (26) anschließt.
8. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Auslass des größeren Radialverdichters (14) über eine Verbindungsleitung (17) mit dem Einlass des kleineren Radialverdichters (13) verbunden ist und von der Verbindungsleitung (17) eine weitere Bypassleitung (15) abzweigt, die ein Bypassventil (16) aufweist und in eine Ladeluftleitung (10) mündet.
9. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass stromabwärts der Einmündung der Bypassleitung (15) eine Drosselklappe (12) in der Ladeluftleitung (10) vorgesehen ist.
10. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass stromabwärts der Drosselklappe (12) ein Ladeluftkühler (11) angeordnet ist, an den sich für jede Zylinderreihe (2, 3) eine Ladeluftverteilerleitung (7, 8) anschließt.
11. Hubkolbenbrennkraftmaschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Ladeluftkühler (11)

stirnseitig zu den Zylinderreihen (2, 3) angeordnet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

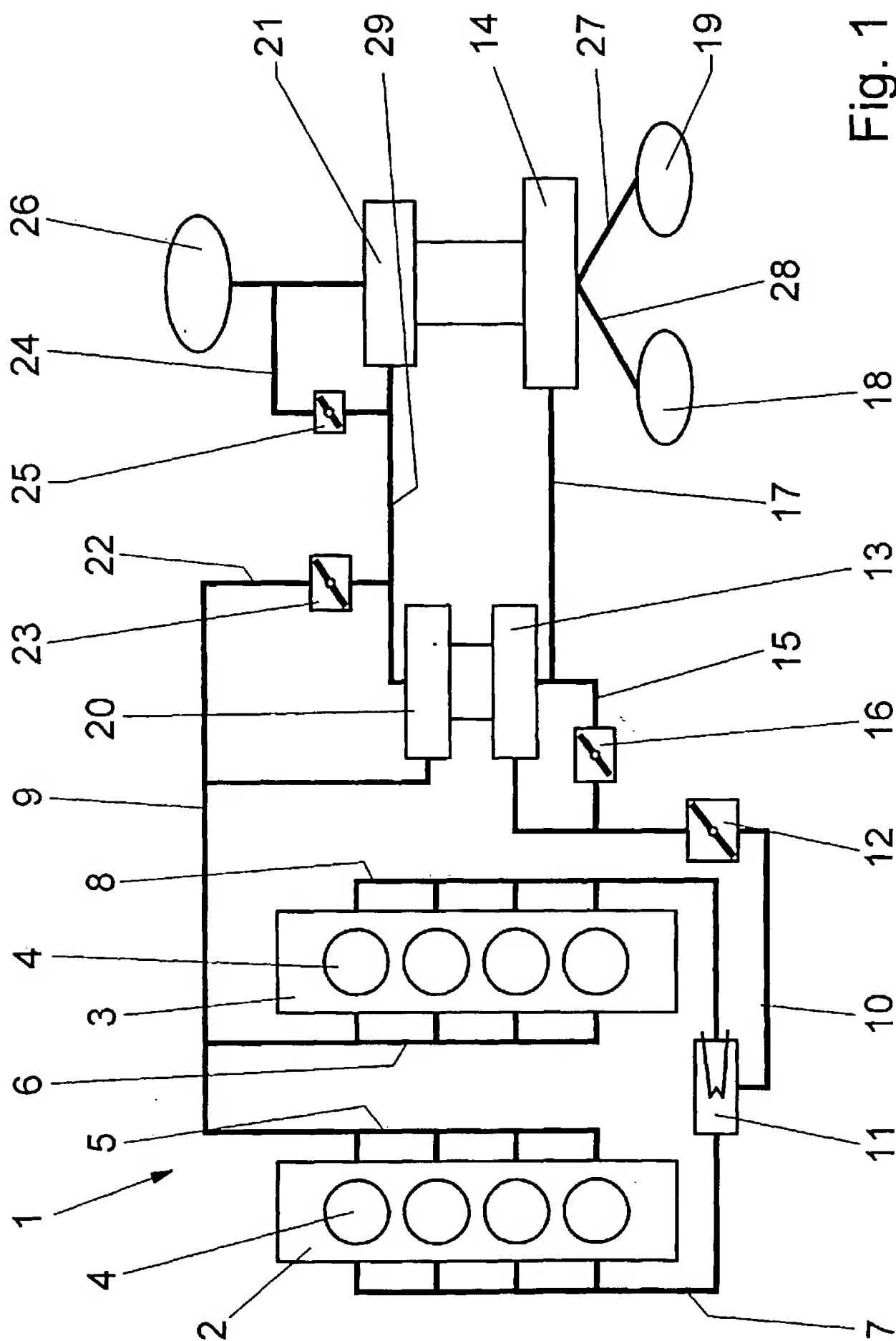
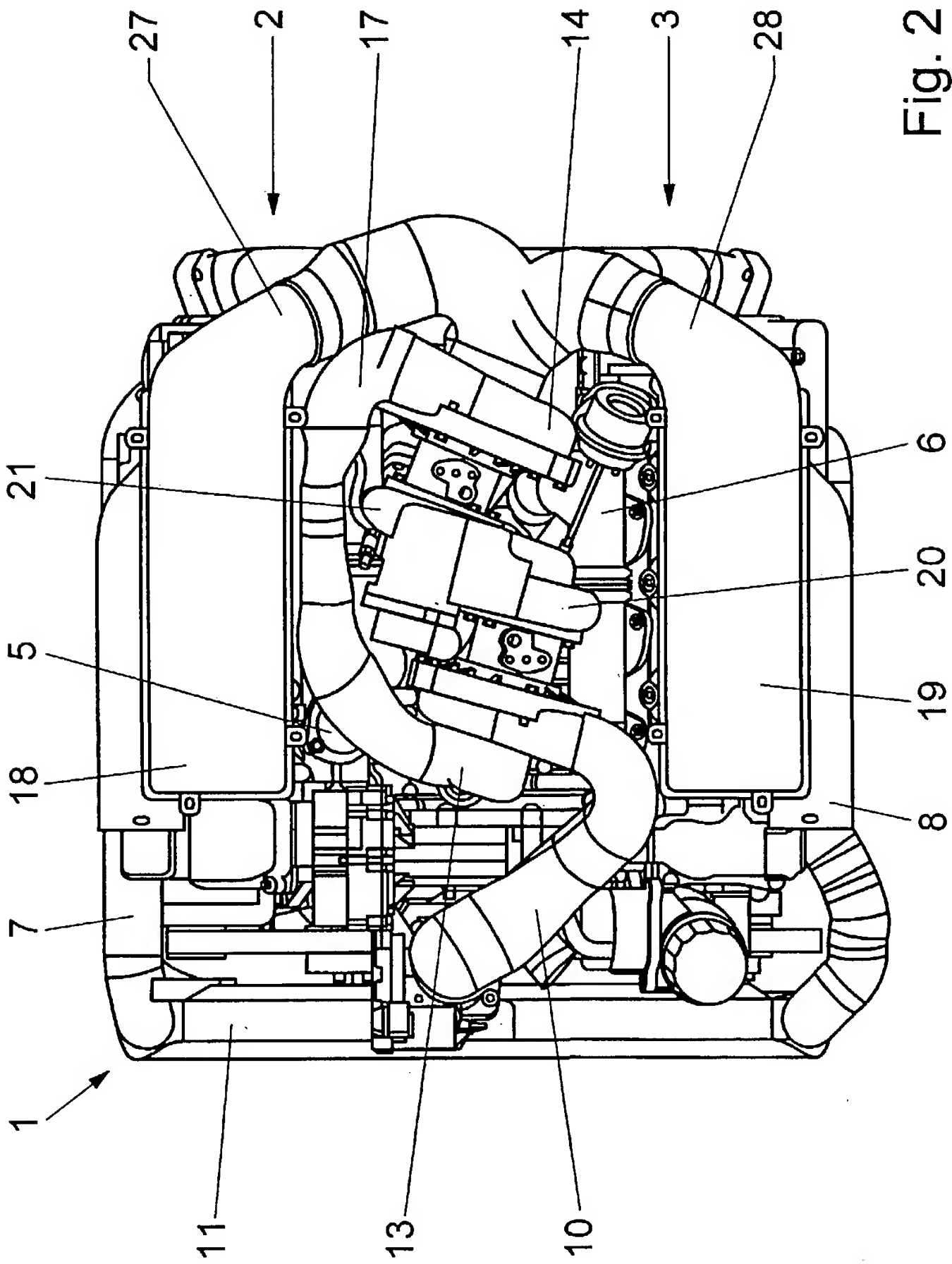


Fig. 1



PUB-NO: DE010015291A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 10015291 A1

TITLE: Turbocharged V-engine has two different sizes  
of  
turbocharger with series operation at low engine  
speeds  
and parallel operation at high engine speeds

PUBN-DATE: October 4, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KREMER, ADOLF	DE
NERLICH, MATTHIAS	DE
SCHORN, HELMUT	DE
STEINKAEMPER, REINHARD	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
DAIMLER CHRYSLER AG	DE

APPL-NO: DE10015291

APPL-DATE: March 28, 2000

PRIORITY-DATA: DE10015291A ( March 28, 2000)

INT-CL (IPC): F02B037/013, F02B037/18 , F02B075/22 ,  
F02B029/04

EUR-CL (EPC): F02B037/18 ; F02B037/007, F02B037/013 ,  
F02B037/02 , F02B075/22

ABSTRACT:

CHG DATE=20020503 STATUS=O>A turbocharged V-block IC engine has two exhaust powered turbochargers of different sizes. The engine layout has the two exhaust manifolds (5, 6) near each other on the adjacent sides of the cylinder heads and combined into a single exhaust duct (9). The exhaust flow is first ducted through the turbine (20) of the smaller turbocharger for the larger pressure drop. The blower side (13) of the smaller turbocharger takes its input air from the lower pressure output of the blower (14) of the larger turbocharger. At low engine speeds the turbines are driven in series. At higher engines speeds the smaller turbine is shunted by a bypass (22) to operate the turbines in parallel. The design combines a fast



rising torque at  
low engine speeds with an efficient operation at high engine  
speeds.